

09/926466

DOCKET NO.: 214154US3PCT

JC17 Rec'd PCT/PTO 07 NOV 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Christophe QUENTIN, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR00/01237

INTERNATIONAL FILING DATE: May 5, 2000

FOR: PROCESS FOR MANUFACTURING FLOAT GLASS, IMPLEMENTATION PLANT AND PRODUCTS OBTAINED

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

COUNTRY

France

APPLICATION NO

99/05877

DAY/MONTH/YEAR

07 May 1999

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. **PCT/FR00/01237**. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

C. Irvin McClelland
Attorney of Record
Registration No. 21,124
Surinder Sachar
Registration No. 34,423



09/026460



REC'D 26 MAY 2000

WIPO

PCT

BREVET D'INVENTION

FR00/01237

4

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **16 MAI 2000**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Planche', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis. rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cédex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales.

DATE DE REMISE DES PIÈCES

Réserve à l'INPI

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

99 05877-

DÉPARTEMENT DE DÉPÔT

DATE DE DÉPÔT

07 MAI 1999

1

NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Mademoiselle Virginie GOLDENBERG
Service des Brevets
SAINT-GOBAIN RECHERCHE
39, quai Lucien Lefranc
93300 AUBERVILLIERS

n° du pouvoir permanent

références du correspondant

téléphone

422-5/S.006 VG2 1999030 FR 01.48.39.59.51

2 DEMANDE Nature du titre de propriété industrielle

☒ brevet d'invention

☐ demande divisionnaire

☐ certificat d'utilité

☐ transformation d'une demande
de brevet européen

demande initiale

☐ brevet d'invention

☐ différé ☒ immédiat

Établissement du rapport de recherche

Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance

☐ oui ☒ non

Titre de l'invention (200 caractères maximum)

PROCEDE DE FABRICATION DE VERRE FLOTTE,
DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE
ET PRODUITS OBTENUS

3 DEMANDEUR (S)

n° SIREN

code APE-NAF

Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination

SAINT-GOBAIN VITRAGE

Forme juridique

SOCIETE ANONYME

Nationalité (s) Française

Adresse (s) complète (s)

18, avenue d'Alsace
92400 COURBEVOIE

Pays

FRANCE

4 INVENTEUR (S) Les inventeurs sont les demandeurs

En cas d'insuffisance de place poursuivre sur papier libre

oui

☒ non

Si la réponse est non, fournir une désignation séparée

5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES

requis pour la 1ère fois

☐ requis antérieurement au dépôt : joindre copie de la décision d'admission

6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE

pays d'origine

numéro

date de dépôt

nature de la demande

7 DIVISIONS

antérieures à la présente demande

date

n°

date

8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(nom et qualité du signataire - n° d'inscription)

Virginie GOLDENBERG
Pouvoir 422-5/S.006

SIGNATURE DU PREPOSÉ À LA RÉCEPTION

SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
p 11				6/08/99	EML - 1.6 AOUT 1999

5

**PROCÉDÉ DE FABRICATION DE VERRE FLOTTÉ,
DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE
ET PRODUITS OBTENUS**

10

15 La présente invention concerne un procédé de fabrication de verre flotté (ou procédé de fabrication de verre plat par la technique de flottage ou procédé float), ce procédé permettant de fabriquer des feuilles de verre destinées notamment à la réalisation de vitrages. La présente invention concerne également un dispositif de mise en oeuvre du procédé ainsi que les produits obtenus.

20 La fabrication de verre en feuille par flottage se fait de façon connue en déversant du verre fondu sur un support liquide (ou « bain ») plus dense que le verre (par exemple un bain d'étain) et en faisant avancer sur la surface du bain le ruban de verre qui se forme avant de découper en feuilles ledit ruban figé par refroidissement. Dans l'installation de flottage (ou « float »), le verre arrive en
25 fusion à une viscosité de l'ordre de $10^{3,4}$ Poises pour s'écouler sur le bain, la température en tête de ce bain étant généralement de l'ordre de 1000-1400°C (selon le verre utilisé), et s'étale pour trouver son épaisseur d'équilibre. Le formage du verre, c'est-à-dire l'opération visant à donner une épaisseur voulue au ruban de verre (par exemple par étirage latéral et longitudinal, le formage incluant
30 également, le cas échéant, la striction intervenant après les éléments d'étirage latéral), est ensuite opéré lorsque le verre atteint une viscosité supérieure à $10^{3,7}$ ou 10^4 Poises (à des températures généralement inférieures à 1150°C environ, la force visqueuse étant trop faible à des températures supérieures) et avant que le verre sorte du bain entraîné par des rouleaux extracteurs en aval du bain et se

fige (le verre étant figé à une viscosité de l'ordre de 10^{13} Poises au niveau des rouleaux extracteurs, la viscosité du verre en sortie de float étant par ailleurs généralement supérieure à 10^{10} Poises) et/ou avant que le verre soit, le cas échéant, recuit.

5 Dans un procédé courant, l'étirage latéral du ruban de verre sur la surface du bain est opéré en l'agrippant latéralement par des molettes (ou « top-rolls ») positionnées le long du bain de part et d'autre du ruban de verre. Les installations utilisant ce procédé sont généralement des installations à fort débit (jusqu'à quelques centaines de tonnes de verre par jour) et sont adaptées à la production
10 de feuilles de verre de plusieurs millimètres d'épaisseur. En revanche, la fabrication de feuilles de verre de faible épaisseur (inférieure à 3 mm) par ce procédé pose des problèmes soit en termes de rendement dans les grosses installations, soit en termes de planéité et de qualité optique du verre dans les petites installations.

15 Suivant un autre procédé ayant fait l'objet du brevet FR 1 378 839 et de ses additions numéros 86.221, 86.222, 86.817, 87.798 et 91.543, du brevet FR 2 123 096 et du brevet FR 2 150 249, on utilise des éléments mobiles de guidage, continus et souples (par exemple des fils de métal) qui adhèrent au verre sur les bords latéraux du ruban et accompagnent ledit ruban dans son mouvement sur le
20 bain. Pour des faibles épaisseurs, ce procédé ne permet pas non plus d'obtenir systématiquement une qualité satisfaisante, en particulier dans les petites installations, les feuilles de verre obtenues ne présentant pas toujours une épaisseur constante et/ou une planéité satisfaisante.

La présente invention a pour objet de fournir un procédé de fabrication de
25 verre flotté ne présentant pas les inconvénients précédemment cités, en particulier permettant d'améliorer la planéité du verre flotté en très faible épaisseur et pour les petites installations (c'est-à-dire des installations dont les dimensions ne dépassent pas généralement 20 m de long et 4 m de large et produisant moins de 20 tonnes par jour de verre plat, les grandes installations étant plus volumineuses
30 et pouvant produire jusqu'à plusieurs centaines de tonnes de verre plat par jour). La présente invention propose ainsi un procédé de fabrication de verre flotté adapté à la fabrication de feuilles de verre minces par flottage et permettant d'obtenir des feuilles de verre minces présentant notamment une bonne planéité, une qualité optique satisfaisante et une épaisseur constante, ce procédé évitant

toute déformation de la feuille pendant le formage et permettant également de recuire le ruban mince sans créer de contraintes de forme résiduelles qui risquent également de dégrader la planéité de la feuille.

Dans le procédé selon l'invention, on déverse du verre fondu sur un support
5 liquide plus dense que le verre, notamment un bain métallique (par exemple de l'étain fondu ou un alliage d'étain), puis on fait avancer vers l'aval le ruban continu qui se forme, ce procédé étant caractérisé par le fait qu'on découpe en continu les bords en surépaisseur du ruban dans la zone de formage.

Par « bords en surépaisseur du ruban », on entend dans la plupart des cas
10 les bords latéraux du ruban présentant une épaisseur sensiblement plus importante que celle de la partie centrale du ruban, en particulier une épaisseur au moins deux fois plus importante que celle du milieu du ruban. De façon plus générale selon la présente invention, cette expression couvre aussi les bords présentant une épaisseur sensiblement plus faible que celle de la partie centrale
15 du ruban telle qu'une épaisseur au moins deux fois plus faible que celle du milieu du ruban.

Ces bords en surépaisseur occupent généralement entre 4 et 30 % de la largeur du ruban. Ils sont liés au procédé de flottage et apparaissent pendant le formage, la surépaisseur pouvant être plus ou moins importante selon le procédé
20 employé et le type de produit que l'on cherche à obtenir. Dans le cas d'un ruban de verre présentant une épaisseur de l'ordre de un millimètre ou moins au centre, ces bords en surépaisseur peuvent notamment atteindre une épaisseur de l'ordre de 7 millimètres. Le découpage de ces bords présentant une épaisseur et donc une température et une rigidité différentes de celles du centre du ruban permet de
25 limiter la déformation du ruban sous l'effet de forces transversales et permet également d'éviter l'apparition de contraintes de forme résiduelles dans le ruban, ces contraintes résiduelles risquant de dégrader la planéité de la feuille lors de sa recuisson dans l'étenderie après le bain ou risquant d'entraîner une fragilisation des feuilles et leur casse. Au lieu d'obtenir des différences d'épaisseur de
30 quelques millimètres d'un bord à l'autre du ruban, on obtient ainsi des différences de l'ordre de quelques centièmes de millimètres. Ce découpage est particulièrement important pour les petits floats ou pour la fabrication de feuilles de faible épaisseur où la planéité est essentielle. Il permet également, le cas échéant, de limiter les phénomènes de striction observés après les éléments d'étirage

latéraux et permet de réduire les moyens de chauffage au sortir du bain, le chauffage du ruban se faisant de façon plus homogène et rapide.

Il ne faut pas confondre le découpage mentionné dans la définition de l'invention avec le découpage déjà connu intervenant après la zone de formage.

- 5 Ce dernier découpage, intervenant sur le verre suffisamment figé pour pouvoir être manipulé et/ou sur le verre recuit, a pour but de donner ses dimensions et sa forme définitive au produit et consiste à découper le ruban de verre en feuilles ou à découper une forme particulière dans le ruban ou les feuilles. Ce genre de découpage de forme n'a bien évidemment rien à voir avec le découpage selon la
- 10 présente invention qui se situe bien plus en amont et constitue une sorte de pré-découpage n'ayant pas pour fonction de se substituer au découpage de forme, mais remplissant au contraire une fonction bien particulière non obtenue par le découpage de forme en aval. Le découpage mentionné dans la définition de l'invention n'exclut d'ailleurs pas le découpage de forme (ni ne dispense de ce
- 15 découpage) effectué après le bain, ce dernier découpage pouvant toujours avoir lieu le cas échéant pour donner ses dimensions et sa forme finales au produit.

- Le découpage selon l'invention se fait donc pendant le formage, dans la zone de formage ou zone de travail (appelée aussi « zone 2 ») correspondant à la zone où l'on peut travailler le produit pour lui donner son épaisseur définitive, le
- 20 ruban présentant alors généralement une viscosité comprise entre 10^4 et 10^{10} Poises, et de préférence comprise entre 10^4 et $10^{7,6}$ Poises. La température du ruban dans la zone de formage est habituellement comprise entre le point appelé point de travail et le point de Littleton, c'est-à-dire généralement entre 650°C (ou $700-740^{\circ}\text{C}$ selon les verres) et 1150°C . En d'autres termes, le découpage selon
- 25 l'invention se fait, de préférence et avantageusement selon la présente invention, à une température supérieure au point de Littleton du verre utilisé dans le float.

- Pratiquement et préférentiellement, les bords sont découpés entre le moment (ou l'endroit) où le ruban de verre atteint sa largeur maximale dans le float (c'est-à-dire au niveau des derniers éléments d'étirage latéral avant la
- 30 striction éventuelle) et le moment (ou l'endroit) où le ruban de verre est décollé du bain (c'est-à-dire généralement le moment où il commence à monter sur des rouleaux extracteurs (LOR) placés en sortie de bain, l'endroit étant également appelé wash-line). De préférence et dans la plupart des cas, ils sont découpés juste après que le ruban a atteint sa largeur maximale dans le float. En particulier,

le découpage des bords du ruban s'opère généralement à une température du ruban de l'ordre de 900 à 1100°C, en pleine zone de formage, ou encore dans une zone où le verre présente une viscosité comprise entre 10^4 et $10^{5.5}$ Poises, bien au-delà du point de ramollissement du verre, la séparation des bords de la feuille se faisant d'autant mieux que le verre est à une température bien supérieure à sa température de ramollissement, le découpage du verre à une température proche de son point de ramollissement risquant de former des vagues dans le ruban. Le découpage des bords se fait ainsi à chaud, dans le verre encore liquide et sans création de contraintes. Les bords sont découpés en continu, le découpage se faisant en chacun des côtés du ruban à quelques centimètres (par exemple 5 - 6 cm) de la lisière du ruban, les bords découpés formant des bandes continues.

Le découpage est généralement physique ou mécanique, en particulier il est effectué avantageusement à l'aide d'au moins un laser et/ou d'au moins un couteau chauffant.

Dans le cas du laser, on utilise avantageusement un laser (tel qu'un laser CO_2) émettant dans l'infrarouge, à une longueur d'onde où le verre est opaque et par conséquent absorbe un maximum de lumière. De façon plus générale, le laser doit présenter des caractéristiques (telles que la longueur d'onde et la puissance ou l'intensité) telles que le verre puisse absorber l'énergie du faisceau laser qu'il reçoit et puisse le convertir en chaleur suffisante pour être chassé au point d'impact, en particulier à l'état liquide ou de vapeurs. La puissance du laser peut être par exemple de l'ordre de 200 à 500 W, l'efficacité augmentant généralement avec la puissance. De même, l'efficacité augmente lorsque la vitesse du ruban diminue. On peut ainsi porter localement le verre à des températures supérieures à 3000°C pour des vitesses du ruban de l'ordre par exemple de 0,5 à 1,5 m.min⁻¹.

En général, le faisceau laser, émis par un dispositif approprié situé hors du float, est dirigé vers le point d'impact dans le float par un système de lentilles, de miroirs et de fenêtres au travers d'une canne optique pénétrant dans l'enceinte du float (par exemple par une ouverture latérale du float). Avantageusement, la partie optique est installée dans un bras intérieur qui peut facilement être enlevé tout en laissant la canne extérieure dans le float, et la canne est refroidie, par exemple par circulation d'eau. Les parties recevant le faisceau laser de la canne optique doivent permettre une bonne transmissibilité de la lumière infra rouge et si nécessaire peuvent être nettoyées, par exemple à l'azote, par une ou plusieurs

buses (en particulier pour la fenêtre de sortie du faisceau située dans le float).

De préférence on utilise au moins deux lasers tel que décrits précédemment, les lasers étant placés de part et d'autre du ruban. Chaque faisceau est introduit respectivement par chaque canne dans une ouverture sur le côté du float et est dévié de façon à arriver perpendiculairement au ruban de verre à l'endroit de découpe. Le découpage se fait dans le ruban en mouvement, les lasers restant avantageusement immobiles.

Dans le cas du couteau, on utilise avantageusement un couteau constitué d'un ou plusieurs matériaux qui peuvent être chauffés par effet joule et qui résistent en même temps au bain métallique et au verre. Le couteau est par exemple en graphite, en molybdène, en tungstène, en nitrure d'aluminium dopé, en Si_3N_4 dopé, par exemple par TiN, en $\text{SiC}/\text{AlN}/\text{MoSi}_2$, etc. De préférence, un matériau convient s'il tient au moins 40 heures dans le bain float. Le couteau chauffant se présente par exemple sous la forme d'une pièce angulaire ou coudée (par exemple sous la forme d'un U), dans laquelle on fait circuler du courant afin de chauffer un point ou la partie du coude ou de l'angle devant entailler le verre, cette pièce présentant éventuellement une ou des parties plus froides ou refroidies. La pointe du couteau est chauffée à haute température, notamment à des températures pouvant aller jusqu'à 1400°C - 1500°C environ (voire supérieures à 1500°C), la température du couteau devant dépasser la température du verre d'au moins 300°C . Le couteau est préférentiellement mince, par exemple d'épaisseur inférieure à 2 mm (en particulier là où sa section est la plus faible), pour éviter la création de phénomènes d'instabilité comme par exemple des vagues dans le verre. De même, la vitesse du ruban, lors de l'utilisation d'un couteau est préférentiellement faible (notamment inférieure à 10 m.min^{-1}) afin d'éviter la formation de vagues. Le courant passe dans la partie inférieure du couteau où s'établit le point chaud à la section minimale. Le couteau est placé dans le ruban de verre et est alimenté par une canne qui le porte également. Le découpage se fait dans le ruban en mouvement, le couteau restant avantageusement immobile.

De préférence, on utilise deux couteaux tels que décrits précédemment, par exemple deux couteaux en tungstène, les couteaux étant placés de part et d'autre du ruban.

Bien entendu, il est possible de combiner le découpage par couteau avec le

découpage par laser, le couteau étant alors placé préférentiellement juste derrière le laser dans la fente créée par ce dernier.

Selon un mode de réalisation de l'invention (en particulier dans le cas de l'utilisation d'un laser), on peut diriger un jet de gaz vers l'endroit du découpage en même temps que l'on effectue le découpage. Ce jet de gaz peut aider à chasser, le cas échéant, la matière chauffée et/ou vaporisée par l'instrument de découpage, hors de la trace de découpe, et peut permettre de refroidir les surfaces créées pour empêcher le recollage des bords. En général la matière est chassée vers le haut soit en direction amont soit en direction aval du float. De préférence dans le cas du laser, le jet de gaz est dirigé vers le point d'impact du laser sur le verre ou très près de ce point d'impact, tandis que dans le cas du couteau, le jet peut être dirigé dans la fente légèrement en aval du point de contact du couteau et du verre. Le jet de gaz peut être transversal au mouvement du verre, ou dans le sens du mouvement du ruban de verre (notamment lorsque la buse est placée en amont de l'impact) ou dans le sens opposé. Le débit du jet peut être par exemple de l'ordre de 2 à 19 l/min. Ce jet peut avantageusement être amené par un tube à l'intérieur de la canne utilisée pour l'alimentation du dispositif de découpage. Ainsi, lorsque la canne est refroidie, le gaz reste froid. Le gaz utilisé peut être par exemple de l'azote.

Avantageusement, on peut également (notamment dans le cas de l'utilisation d'un laser) soulever la feuille à l'endroit du découpage à l'aide d'au moins une pièce généralement inclinée désignée ci-après par « sabot », par exemple un sabot en graphite, afin d'interrompre le contact verre-bain métallique et faciliter le découpage. Le soulèvement, en créant un espace entre la feuille et le bain métallique, peut également permettre que le verre vaporisé ou liquide soit chassé vers le bas et permettre une meilleure séparation des bords en créant un cisaillement local. Eventuellement, le découpage peut être fait à l'endroit où le ruban commence à se détacher du bain en sortie de float afin d'utiliser ce soulèvement déjà existant plutôt que de mettre en place un ou des sabots. Le ou les sabots sont de préférence refroidis à l'eau afin de ne pas coller au verre et sont avantageusement placés en aval du point d'impact du dispositif de découpage, près de ce point (par exemple à 5 mm du point d'impact) pour que la coupe se fasse quand le ruban commence à se soulever.

Dans un mode de réalisation de la présente invention, le ruban de verre est

étiré latéralement sur la surface du bain, dans la zone de formage, en l'agrippant latéralement par des molettes (généralement en acier) positionnées le long du bain de part et d'autre du ruban de verre. Dans ce cas, le ou les appareils de découpage sont préférentiellement placés après la dernière molette. Les molettes agissent en général à une viscosité comprise entre $10^{4.5}$ et $10^{5.5}$ et tiennent le ruban à une largeur imposée. Ensemble avec l'étirage longitudinal imposé par les rouleaux extracteurs en sortie de float, le ruban est étiré à une largeur et épaisseur bien déterminées.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, on étire latéralement le ruban de verre sur la surface du bain, dans la zone de formage, et on l'accompagne dans son mouvement à l'aide d'éléments de guidage continus et souples faits d'un matériau solide susceptible d'adhérer au verre fondu, ces éléments étant mis au contact des bordures latérales du ruban juste derrière la lèvre de coulée et écartant ensuite le ruban à l'aide de deux doigts écarteurs placés dans une zone où le verre présente une viscosité comprise entre 5000 et 50000 Poises, ces doigts écarteurs obligeant les éléments de guidage à diverger pour opérer l'étirage transversal progressif du ruban jusqu'à sa largeur et son épaisseur définitives, l'écartement entre les éléments de guidage étant ensuite maintenu jusqu'au refroidissement du verre. Dans ce mode de réalisation, le ou les appareils de découpage sont préférentiellement placés juste après les doigts écarteurs, près des doigts écarteurs.

De façon générale, quel que soit le mode de réalisation, les bords sont préférentiellement découpés au niveau des derniers éléments d'étirage latéral, en particulier juste après, le dispositif de découpage (tel que laser(s) et/ou couteau(x)) étant alors placé après la dernière intervention des éléments d'étirage latéral (top roll ou doigt écarteurs).

De façon générale également, la vitesse du ruban dans le float est maintenue inférieure à 15 m.min^{-1} , de préférence inférieure à 10 m.min^{-1} , de façon particulièrement préférée inférieure à 5 m.min^{-1} , et peut descendre par exemple à 150 mm.min^{-1} (la vitesse d'avancement du ruban peut être par exemple de l'ordre de $250\text{-}300 \text{ mm.min}^{-1}$, pour une épaisseur finale de feuille de l'ordre de 1 mm). Par « épaisseur finale » du ruban on entend l'épaisseur (moyenne) du ruban après détachement des éléments de guidage ou encore l'épaisseur du ruban figé par refroidissement, cette épaisseur pouvant descendre en dessous de 0,4 mm.

Dans le mode de réalisation utilisant des éléments de guidage continus et souples, le produit (P) de la valeur (v) de la vitesse du ruban (mesurée au sortir du bain) et de la valeur (e) de son épaisseur finale est généralement inférieure à $2,5 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, voire $2,5 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ou $1 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (en pratique, il peut descendre à $1 \cdot 10^{-5} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ou encore moins).

Les éléments de guidage et les doigts écarteurs (ou pièces de retenue) cités précédemment sont notamment décrits dans le brevet FR 1 378 839 et ses additions, dans le brevet FR 2 123 096, dans le brevet FR 2 150 249 et dans le brevet FR 2747119 auxquels on se référera pour plus d'informations sur ces éléments de guidage et leurs avantages. Les éléments de guidage selon l'invention peuvent être par exemple des fils métalliques de type courant, notamment des fils en acier inoxydable (tels que des fils en acier doux recuit blanc ou recuit noirci) ou en alliage réfractaire, présentant, par exemple, un diamètre de 1 à 2 mm environ.

Ces éléments de guidage sont généralement tendus entre des dispositifs tels que des dévidoirs situés en amont et en aval du bain et sont placés au contact du ruban de verre par l'intermédiaire de pièces d'appui ou « pastilles » (sous forme de galets presseurs, rouleaux, barrettes, etc.) ou de conduits d'introduction également décrits dans les brevets précédemment cités. Les pièces d'appui et les doigts écarteurs sont réalisés de manière à résister à l'usure due au frottement des éléments de guidage et à la corrosion par le verre en fusion, et peuvent éventuellement être chauffés. Les éléments de guidage sont laissés dans les bords du verre ou peuvent être détachés du verre lorsque celui-ci est parvenu à un stade du procédé où son refroidissement lui confère une rigidité suffisante. Dans le cas où les fils restent insérés dans les bords après les doigts écarteurs, on peut également s'en servir pour écarter les bords après découpage.

Dans le mode de réalisation utilisant les éléments de guidage, l'angle de divergence (c'est-à-dire l'angle mesuré entre l'axe du ruban et la droite passant entre une pièce d'appui et la pièce de retenue la plus proche se trouvant du même côté du ruban) est préférentiellement choisi inférieur, en valeur absolue, à 25° et, de préférence, inférieur à 20° afin de contribuer à l'amélioration de la qualité et de la planéité des feuilles de verre obtenues, un angle supérieur pouvant provoquer un étirage trop brutal du ruban de verre.

Le mode de réalisation utilisant les éléments de guidage est plus

économique et plus facile à mettre en œuvre que le procédé utilisant des molettes dans le cadre de la présente invention. Le soulèvement à l'aide du ou des sabots évoqués précédemment est notamment rendu plus simple et sûr que dans le mode de réalisation utilisant des molettes.

5 A la sortie du bain, quel que soit le mode de réalisation, le ruban ayant atteint une rigidité suffisante peut être retiré du bain par des moyens mécaniques sans subir de dommages susceptibles d'affecter sa planéité et son poli de surface. Il peut être ou avoir été recuit (par exemple dans une arche de recuisson ou étenderie) et/ou soumis à d'autres traitements. Il peut être ensuite découpé
10 (éventuellement par laser) en feuilles et/ou le ruban ou les feuilles peuvent être découpés aux dimensions requises. Avant le découpage de forme final, le produit présente généralement une structure particulière en ce que les bords latéraux restant après découpage à chaud des bords en surépaisseur présentent un léger arrondi ou un petit bourrelet peu épais (ce bourrelet présentant par exemple
15 quelques dizaines de microns de plus d'épaisseur que l'épaisseur centrale du ruban) et éventuellement une légère nervure avant l'arrondi.

De façon nouvelle et avantageuse, le ruban peut également être enroulé en ligne (lorsque son épaisseur n'excède pas 500 ou 700 μm , de telles épaisseurs pouvant être atteintes par le procédé selon l'invention comme explicité ci-après),
20 ceci n'étant jusqu'à présent pas possible en la présence des bords en surépaisseur.

La présente invention concerne ainsi également les rouleaux de verre pelliculaire (verre d'épaisseur inférieure à 0,7 mm, de préférence inférieure à 0,4 mm) conçus dans la présente invention et pouvant être obtenus par le procédé
25 selon l'invention. Ces rouleaux présentent des avantages notamment en terme de manipulation et de transport, en plus des avantages liés au verre pelliculaire. De préférence, pour éviter des problèmes de fatigue, d'endommagement et de réalisation, de tels rouleaux selon l'invention présentent un rapport du rayon (intérieur) de l'enroulement sur l'épaisseur du verre (valeurs exprimées en unités
30 du système international) supérieur à 1000, de préférence supérieur à 2500 ou 3500, voire éventuellement supérieur à 10000. Pour éviter également des problèmes d'endommagement, des intercalaires appropriés peuvent être disposés entre les spires de l'enroulement.

Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, on peut effectuer

une trempe du ruban, en particulier les bords du ruban éventuellement fragilisés par le découpage peuvent être trempés chimiquement, soit en ligne (par exemple avant découpage des feuilles aux dimensions requises ou avant enroulement), soit après enroulement du ruban. L'avantage d'effectuer la trempe au niveau du
5 rouleau ou enroulement de verre selon l'invention est notamment que la trempe peut se faire plus facilement que sur le ruban en ligne et sur une grande longueur de ruban de verre à la fois. Les bords du ruban sont par exemple trempés en plongeant les parties latérales de l'enroulement dans un bain approprié (par exemple dans un bassin de sel fondu tel que du potassium) pendant la durée
10 nécessaire pour effectuer la trempe (et la cicatrisation éventuelle) de ces parties (cette durée étant par exemple de l'ordre d'une journée ou plus).

Comme précédemment évoqué, l'invention s'applique particulièrement bien à la fabrication de feuilles de verre minces, présentant par exemple une épaisseur inférieure à 2,5 mm, et en particulier une épaisseur inférieure à 0,7 ou 0,4 mm
15 (films pelliculaires). Les applications du verre pelliculaire obtenu selon l'invention et présenté éventuellement sous forme de rouleaux sont nombreuses ; notamment, le verre pelliculaire selon l'invention peut être utilisé comme protection (protection alimentaire, contre les rayures, protection électrique, protection pour assurer l'imperméabilité aux gaz et aux liquides, aux produits chimiques...),
20 comme décor (après traitement tel que sérigraphie, pulvérisation... pour déposer des couches telles que miroir, émail...), le verre étant dans ce cas appliqué par exemple en déroulant un rouleau selon l'invention contre une surface que l'on veut décorer, comme porteur ou promoteur de fonction (optique, chimique, promoteur d'adhésion, anti-salissure ou graffitis, anti-pluie, anti-bactérie...), comme
25 identificateur ou sceau (par exemple comme filigrane incorporé dans des billets et revêtu d'une couche permettant l'identification du billet, ou comme sceau incorporé dans une bouteille et se fracturant à l'ouverture pour authentifier le contenu d'origine de la bouteille, ou comme intercalaire présent dans une carte et rendant celle-ci infalsifiable, la falsification de la carte entraînant le bris du verre,
30 etc.), comme emballage, support pour données optiques, magnétiques, écran, etc.

Dans le procédé selon l'invention, on peut fabriquer avantageusement du verre plat à partir de toutes les compositions habituellement utilisées dans les procédés de flottage (verres silico-sodo-calciques traditionnels). Dans le mode de réalisation utilisant des éléments de guidage, il est également possible d'utiliser

des verres présentant un palier de travail (différence entre la température du verre à une viscosité de 1000 Poises et la température du verre à une viscosité de 10^6 Poises) plus court, notamment inférieur à 350°C , en particulier inférieur à 300°C , le procédé dans ce mode de réalisation permettant de former plus rapidement le verre à son épaisseur finale.

Des verres pouvant être utilisés avec avantage dans le procédé selon l'invention sont par exemple les verres décrits dans les brevets et demandes de brevet EP 526 272, EP 576 362, FR 2 727 399, FR 2 725 713, FR 2 725 714, WO-96/11888 et WO-96/11887.

Les produits obtenus selon le procédé de l'invention présentent une bonne planéité (la flèche sur une longueur de l'ordre de 50 cm n'excédant pas généralement $100\text{ }\mu\text{m}$) et une épaisseur relativement constante. La qualité optique des verres obtenus est également au moins égale voire supérieure à celle des verres obtenus selon les procédés courants. Comme indiqué précédemment, la striction du ruban de verre est très faible et n'entraîne pas de défauts optiques. Le ruban obtenu ne présente pas non plus de difficultés de recuisson. Le procédé selon l'invention est également économique et particulièrement performant et rentable.

La présente invention concerne également un dispositif (four de flottage ou float) propre à mettre en oeuvre le procédé selon l'invention, ce dispositif comprenant au moins un dispositif de découpage (par exemple laser(s) et/ou couteau(x)) préférentiellement placé après la dernière intervention des éléments d'étirage latéraux (top roll ou doigt écarteurs). Les dispositifs selon l'invention déjà explicités en grande partie dans l'exposé précédent de l'invention sont également illustrés ci-après, au travers d'un exemple non limitatif en référence aux figures 1 et 2 annexées qui représentent :

- Figure 1 : une vue schématique partielle de dessus d'une installation suivant l'invention.
- Figure 2 : une coupe schématique partielle suivant la ligne A-A de l'installation de la figure 1.

Les dispositifs selon l'invention sont préférentiellement des installations de faible débit (moins de 20 t/j) et de faible longueur.

L'installation comporte généralement un bassin dont une partie de l'enceinte est représentée en 1, ce bassin contenant un bain métallique 2 tel que

par exemple un bain d'étain. La partie amont de ce bassin peut comporter des rives divergentes ou « restrictors » 3 dans le sens d'avancement du verre. Les moyens de chauffage du bassin ne sont pas représentés.

5 Le verre fondu est amené à l'extrémité amont du bassin dans la zone figurée en 4. Le verre ainsi déversé s'étale sur le bain entre les rives divergentes sous l'action de la gravité et de la traction exercée en aval. On introduit alors par la face supérieure, dans les bords de la nappe, avant que celle-ci ait quitté les rives divergentes, ou immédiatement après (ou encore au niveau de la lèvre de sortie ou déversoir 4), des fils 5 (les éléments de guidage) provenant par exemple
10 de dévidoirs 6. Chaque fil peut être amené par un conduit ou guide fils 7 qui lui impose éventuellement un changement de direction, cette disposition permettant le cas échéant de situer les dévidoirs latéralement par rapport au four et d'amener le fil dans la position voulue, puis rencontre une pièce d'appui 8 qui le soumet à un effort dirigé vers le bas pour l'insérer dans le verre.

15 En aval de la zone de nappage se trouvent des doigts écarteurs 9 qui obligent les fils à diverger puis les empêchent de se rapprocher sous l'action de forces de tension superficielles. Les fils prennent appui sur ces doigts écarteurs et maintiennent le ruban 20 (représenté uniquement en figure 2) à la largeur correspondant à l'épaisseur finale à obtenir. Les fils accompagnent le ruban
20 pendant son refroidissement dans la zone aval du bain (non représentée) jusqu'à ce que le ruban soit suffisamment rigide (la température du ruban étant par exemple inférieure à 600°C).

Juste après les doigts écarteurs, les bords en surépaisseur du ruban de verre sont découpés en utilisant des lasers CO₂ 11. Sur chacun des côtés du float,
25 le faisceau laser 14 issu d'un laser CO₂ 11 placé à l'extérieur du float est transmis par l'intermédiaire de miroirs 17, 18, de lentille 19 et de fenêtres 15, 16 au travers d'une canne optique 13 pénétrant par une ouverture latérale 22 (side-sealing) du float. La canne optique est refroidie et est posée sur un banc optique 12, l'ensemble étant placé sur une table élévatrice 21 pour régler la position du
30 système de découpage.

Le procédé selon l'invention permet de fabriquer des feuilles de verre minces utilisables notamment dans le domaine de l'automobile, de l'électronique, des écrans plasma, des disques durs magnétiques, etc.

REVENDECATIONS

1. Procédé de fabrication par flottage de feuilles de verre selon lequel on déverse du verre fondu sur un support liquide plus dense que le verre, puis on fait avancer vers l'aval le ruban continu qui se forme, caractérisé en ce qu'on découpe
5 en continu les bords en surépaisseur du ruban dans la zone de formage.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bords sont découpés entre le moment où le ruban de verre atteint sa largeur maximale dans le float et le moment où le ruban de verre est décollé du bain.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les
10 bords sont découpés à une température supérieure au point de Littleton du verre.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce le découpage est effectué à l'aide d'au moins un laser et/ou d'au moins un couteau chauffant.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on
15 dirige un jet de gaz vers l'endroit du découpage en même temps que l'on effectue le découpage.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce l'on soulève la feuille à l'endroit du découpage afin d'interrompre le contact verre-bain métallique et faciliter le découpage.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on étire latéralement le ruban de verre sur la surface du bain, dans la zone de formage, et on l'accompagne dans son mouvement à l'aide d'éléments de guidage continus et souples faits d'un matériau solide susceptible d'adhérer au verre fondu, ces éléments écartant le ruban à l'aide de deux doigts écarteurs, le ou les
25 appareils de découpage étant placés juste après les doigts écarteurs.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la vitesse du ruban dans le float est maintenue inférieure à 10 m.min^{-1}

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le ruban est enroulé en ligne.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les
30 bords du ruban sont trempés chimiquement, en ligne ou après enroulement du ruban.

11. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un dispositif de découpage

placé dans la zone de formage.

12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle présente des dimensions ne dépassant pas 20 m de long et 4 m de large et produit moins de 20 tonnes par jour de verre plat.

5 13. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 10 à la fabrication de feuilles de verre d'épaisseur inférieure à 2 mm, en particulier de feuilles de verre pelliculaire.

10 14. Ruban ou feuille de verre obtenu par flottage, en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ces bords latéraux présentent un léger arrondi ou un petit bourrelet peu épais et une légère nervure avant l'arrondi ou le bourrelet.

15 15. Rouleau de verre, obtenu en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, le verre présentant une épaisseur inférieure à 0,7 mm.

16 16. Rouleau de verre selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il présente un rapport de son rayon sur l'épaisseur du verre supérieur à 1000.

17. Rouleau de verre selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisé en ce qu'il comprend des intercalaires entre ses spires.

18. Rouleau de verre selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisé en ce que ses bords sont trempés chimiquement.

20 19. Utilisation du verre pelliculaire, obtenu en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comme protection ou comme décor ou comme porteur ou promoteur de fonction ou comme identificateur ou sceau ou comme emballage ou comme support pour données optiques ou magnétiques ou comme écran.

une trempe du ruban, en particulier les bords du ruban éventuellement fragilisés par le découpage peuvent être trempés chimiquement, soit en ligne (par exemple avant découpage des feuilles aux dimensions requises ou avant enroulement), soit après enroulement du ruban. L'avantage d'effectuer la trempe au niveau du
5 rouleau ou enroulement de verre selon l'invention est notamment que la trempe peut se faire plus facilement que sur le ruban en ligne et sur une grande longueur de ruban de verre à la fois. Les bords du ruban sont par exemple trempés en plongeant les parties latérales de l'enroulement dans un bain approprié (par exemple dans un bassin de sel fondu tel que du potassium) pendant la durée
10 nécessaire pour effectuer la trempe (et la cicatrisation éventuelle) de ces parties (cette durée étant par exemple de l'ordre d'une journée ou plus) .

Comme précédemment évoqué, l'invention s'applique particulièrement bien à la fabrication de feuilles de verre minces, présentant par exemple une épaisseur inférieure à 2,5 mm ou 2 mm, et en particulier une épaisseur inférieure à 0,7 ou
15 0,4 mm (films pelliculaires). Les applications du verre pelliculaire obtenu selon l'invention et présenté éventuellement sous forme de rouleaux sont nombreuses; notamment, le verre pelliculaire selon l'invention peut être utilisé comme protection (protection alimentaire, contre les rayures, protection électrique, protection pour assurer l'imperméabilité aux gaz et aux liquides, aux produits chimiques...),
20 comme décor (après traitement tel que sérigraphie, pulvérisation...pour déposer des couches telles que miroir, émail...), le verre étant dans ce cas appliqué par exemple en déroulant un rouleau selon l'invention contre une surface que l'on veut décorer, comme porteur ou promoteur de fonction (optique, chimique, promoteur d'adhésion, anti-salissure ou graffitis, anti-pluie, anti-bactérie...), comme
25 identificateur ou sceau (par exemple comme filigranne incorporé dans des billets et revêtu d'une couche permettant l'identification du billet, ou comme sceau incorporé dans une bouteille et se fracturant à l'ouverture pour authentifier le contenu d'origine de la bouteille, ou comme intercalaire présent dans une carte et rendant celle-ci infalsifiable, la falsification de la carte entraînant le bris du verre,
30 etc.), comme emballage, support pour données optiques, magnétiques, écran, etc.

Dans le procédé selon l'invention, on peut fabriquer avantageusement du verre plat à partir de toutes les compositions habituellement utilisées dans les procédés de flottage (verres silico-sodo-calciques traditionnels). Dans le mode de réalisation utilisant des éléments de guidage, il est également possible d'utiliser

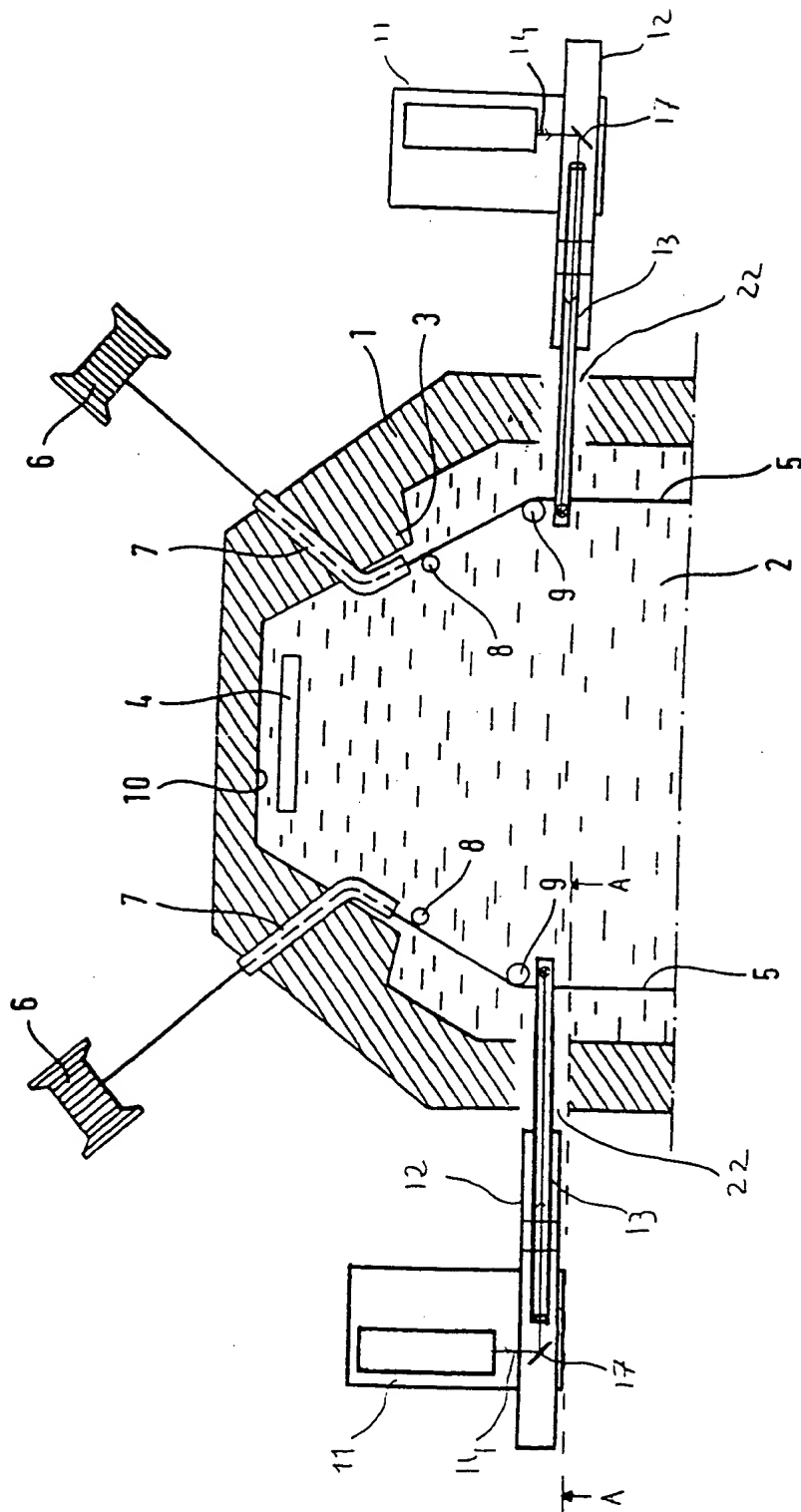


FIG 1

2/2

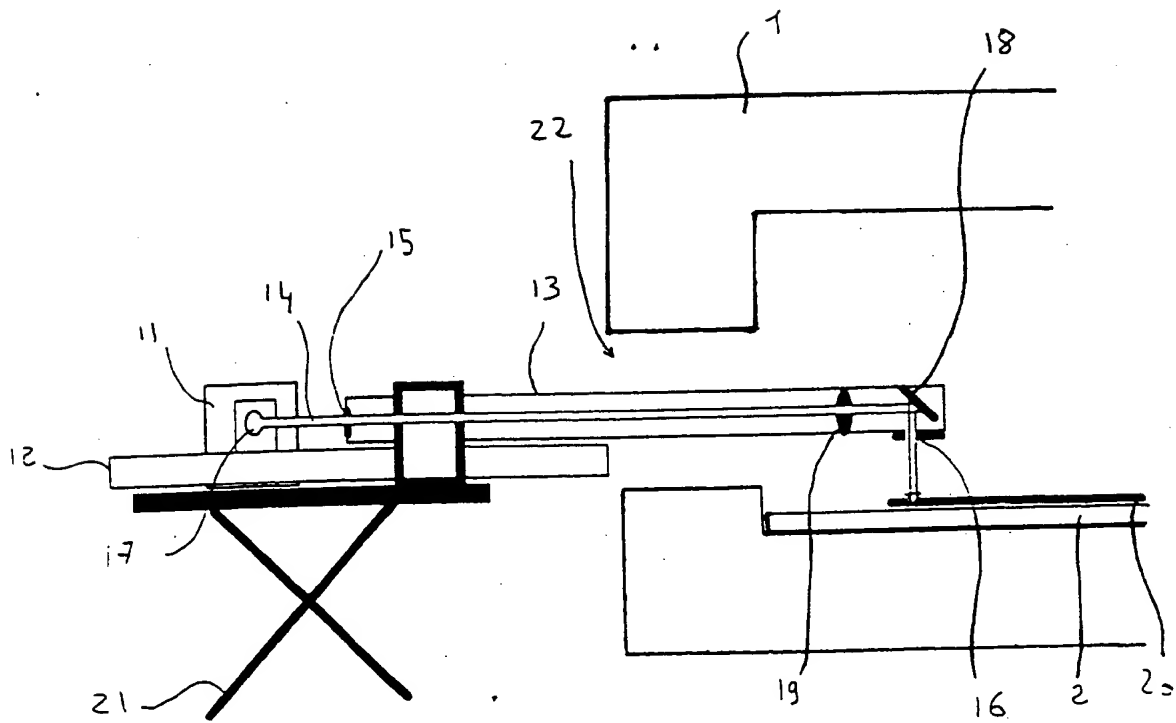


FIG 2

PCT

ORGANISME MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE
Bureau international



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 7 :
C03B 21/02, 21/06, 18/06

A1

(11) Numéro de publication internationale: WO 00/68156

(43) Date de publication internationale: 16 novembre 2000 (16.11.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/01237

(22) Date de dépôt international: 5 mai 2000 (05.05.00)

(30) Données relatives à la priorité:
99/05877 7 mai 1999 (07.05.99) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):
SAINT-GOBAIN VITRAGE [FR/FR]; 18, avenue
d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): QUENTIN, Christophe
[FR/FR]; 10-12, place Max Ernest, F-95600 Eaubonne
(FR). BELLETTRE, Michel [FR/FR]; 3, allée Cavalière,
F-60500 Chantilly (FR). GERMAR, Robert [FR/FR]; 68,
boulevard de la Villette, F-75019 Paris (FR).

(74) Mandataires: MULLER, René etc.; Saint-Gobain Recherche,
39, quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

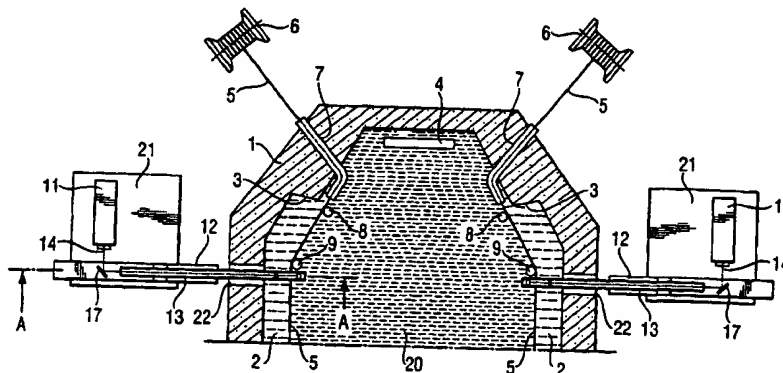
(81) Etats désignés: JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD FOR MAKING FLOAT GLASS, IMPLEMENTING DEVICE AND RESULTING PRODUCTS

(54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION DE VERRE FLOTTE, DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE ET PRODUITS OBTENUS



(57) Abstract

The invention concerns a float glass process for making glass sheets which consists in pouring molten glass on a liquid support denser than glass, then in moving forward downstream the continuous ribbon which is formed. The method is characterised in that it consists in continuously cutting the edges with excess thickness of the ribbon in the forming zone. Said device enables to obtain thin glass sheets, such as film-like glass sheets, with good planarity, in particular in small installations. The invention also concerns a device for implementing said method and the resulting products.

(57) Abrégé

La présente invention concerne un procédé de fabrication par flottage de feuilles de verre selon lequel on déverse du verre fondu sur un support liquide plus dense que le verre, puis on fait avancer vers l'aval le ruban continu qui se forme, ce procédé étant caractérisé par le fait qu'on découpe en continu les bords en surépaisseur du ruban dans la zone de formage. Ce procédé permet d'obtenir des feuilles de verre minces, telles que des feuilles de verre pelliculaire, présentant une bonne planéité, en particulier dans les petites installations. L'invention concerne également un dispositif de mise en oeuvre du procédé et les produits obtenus.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brsil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

5 **PROCÉDÉ DE FABRICATION DE VERRE FLOTTÉ,
DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE
ET PRODUITS OBTENUS**

10

15 La présente invention concerne un procédé de fabrication de verre flotté (ou procédé de fabrication de verre plat par la technique de flottage ou procédé float), ce procédé permettant de fabriquer des feuilles de verre destinées notamment à la réalisation de vitrages. La présente invention concerne également un dispositif de mise en oeuvre du procédé ainsi que les produits obtenus.

20 La fabrication de verre en feuille par flottage se fait de façon connue en déversant du verre fondu sur un support liquide (ou « bain ») plus dense que le verre (par exemple un bain d'étain) et en faisant avancer sur la surface du bain le ruban de verre qui se forme avant de découper en feuilles ledit ruban figé par refroidissement. Dans l'installation de flottage (ou « float »), le verre arrive en
25 fusion à une viscosité de l'ordre de $10^{3.4}$ Poises pour s'écouler sur le bain, la température en tête de ce bain étant généralement de l'ordre de 1000-1400°C (selon le verre utilisé), et s'étale pour trouver son épaisseur d'équilibre. Le formage du verre, c'est-à-dire l'opération visant à donner une épaisseur voulue au ruban de verre (par exemple par étirage latéral et longitudinal, le formage incluant
30 également, le cas échéant, la striction intervenant après les éléments d'étirage latéral), est ensuite opéré lorsque le verre atteint une viscosité supérieure à $10^{3.7}$ ou 10^4 Poises (à des températures généralement inférieures à 1150°C environ, la force visqueuse étant trop faible à des températures supérieures) et avant que le verre sorte du bain entraîné par des rouleaux extracteurs en aval du bain et se

fige (le verre étant figé à une viscosité de l'ordre de 10^{13} Poises au niveau des rouleaux extracteurs, la viscosité du verre en sortie de float étant par ailleurs généralement supérieure à 10^{10} Poises) et/ou avant que le verre soit, le cas échéant, recuit.

5 Dans un procédé courant, l'étirage latéral du ruban de verre sur la surface du bain est opéré en l'agrippant latéralement par des molettes (ou « top-rolls ») positionnées le long du bain de part et d'autre du ruban de verre. Les installations utilisant ce procédé sont généralement des installations à fort débit (jusqu'à quelques centaines de tonnes de verre par jour) et sont adaptées à la production
10 de feuilles de verre de plusieurs millimètres d'épaisseur. En revanche, la fabrication de feuilles de verre de faible épaisseur (inférieure à 3 mm) par ce procédé pose des problèmes soit en termes de rendement dans les grosses installations, soit en termes de planéité et de qualité optique du verre dans les petites installations.

15 Suivant un autre procédé ayant fait l'objet du brevet FR 1 378 839 et de ses additions numéros 86.221, 86.222, 86.817, 87.798 et 91.543, du brevet FR 2 123 096 et du brevet FR 2 150 249, on utilise des éléments mobiles de guidage, continus et souples (par exemple des fils de métal) qui adhèrent au verre sur les bords latéraux du ruban et accompagnent ledit ruban dans son mouvement sur le
20 bain. Pour des faibles épaisseurs, ce procédé ne permet pas non plus d'obtenir systématiquement une qualité satisfaisante, en particulier dans les petites installations, les feuilles de verre obtenues ne présentant pas toujours une épaisseur constante et/ou une planéité satisfaisante.

La présente invention a pour objet de fournir un procédé de fabrication de
25 verre flotté ne présentant pas les inconvénients précédemment cités, en particulier permettant d'améliorer la planéité du verre flotté en très faible épaisseur et pour les petites installations (c'est-à-dire des installations dont les dimensions ne dépassent pas généralement 20 m de long et 4 m de large et produisant moins de 20 tonnes par jour de verre plat, les grandes installations étant plus volumineuses
30 et pouvant produire jusqu'à plusieurs centaines de tonnes de verre plat par jour). La présente invention propose ainsi un procédé de fabrication de verre flotté adapté à la fabrication de feuilles de verre minces par flottage et permettant d'obtenir des feuilles de verre minces présentant notamment une bonne planéité, une qualité optique satisfaisante et une épaisseur constante, ce procédé évitant

toute déformation de la feuille pendant le formage et permettant également de recuire le ruban mince sans créer de contraintes de forme résiduelles qui risquent également de dégrader la planéité de la feuille.

5 Dans le procédé selon l'invention, on déverse du verre fondu sur un support liquide plus dense que le verre, notamment un bain métallique (par exemple de l'étain fondu ou un alliage d'étain), puis on fait avancer vers l'aval le ruban continu qui se forme, ce procédé étant caractérisé par le fait qu'on découpe en continu les bords en surépaisseur du ruban dans la zone de formage.

10 Par « bords en surépaisseur du ruban », on entend dans la plupart des cas les bords latéraux du ruban présentant une épaisseur sensiblement plus importante que celle de la partie centrale du ruban, en particulier une épaisseur au moins deux fois plus importante que celle du milieu du ruban. De façon plus générale selon la présente invention, cette expression couvre aussi les bords présentant une épaisseur sensiblement plus faible que celle de la partie centrale
15 du ruban telle qu'une épaisseur au moins deux fois plus faible que celle du milieu du ruban.

Ces bords en surépaisseur occupent généralement entre 4 et 30 % de la largeur du ruban. Ils sont liés au procédé de flottage et apparaissent pendant le formage, la surépaisseur pouvant être plus ou moins importante selon le procédé
20 employé et le type de produit que l'on cherche à obtenir. Dans le cas d'un ruban de verre présentant une épaisseur de l'ordre de un millimètre ou moins au centre, ces bords en surépaisseur peuvent notamment atteindre une épaisseur de l'ordre de 7 millimètres. Le découpage de ces bords présentant une épaisseur et donc une température et une rigidité différentes de celles du centre du ruban permet de
25 limiter la déformation du ruban sous l'effet de forces transversales et permet également d'éviter l'apparition de contraintes de forme résiduelles dans le ruban, ces contraintes résiduelles risquant de dégrader la planéité de la feuille lors de sa recuisson dans l'étenderie après le bain ou risquant d'entraîner une fragilisation des feuilles et leur casse. Au lieu d'obtenir des différences d'épaisseur de
30 quelques millimètres d'un bord à l'autre du ruban, on obtient ainsi des différences de l'ordre de quelques centièmes de millimètres. Ce découpage est particulièrement important pour les petits floats ou pour la fabrication de feuilles de faible épaisseur où la planéité est essentielle. Il permet également, le cas échéant, de limiter les phénomènes de striction observés après les éléments d'étirage

latéraux et permet de réduire les moyens de chauffage au sortir du bain, le chauffage du ruban se faisant de façon plus homogène et rapide.

Il ne faut pas confondre le découpage mentionné dans la définition de l'invention avec le découpage déjà connu intervenant après la zone de formage.

- 5 Ce dernier découpage, intervenant sur le verre suffisamment figé pour pouvoir être manipulé et/ou sur le verre recuit, a pour but de donner ses dimensions et sa forme définitive au produit et consiste à découper le ruban de verre en feuilles ou à découper une forme particulière dans le ruban ou les feuilles. Ce genre de découpage de forme n'a bien évidemment rien à voir avec le découpage selon la
- 10 présente invention qui se situe bien plus en amont et constitue une sorte de pré-découpage n'ayant pas pour fonction de se substituer au découpage de forme, mais remplissant au contraire une fonction bien particulière non obtenue par le découpage de forme en aval. Le découpage mentionné dans la définition de l'invention n'exclut d'ailleurs pas le découpage de forme (ni ne dispense de ce
- 15 découpage) effectué après le bain, ce dernier découpage pouvant toujours avoir lieu le cas échéant pour donner ses dimensions et sa forme finales au produit.

- Le découpage selon l'invention se fait donc pendant le formage, dans la zone de formage ou zone de travail (appelée aussi « zone 2 ») correspondant à la zone où l'on peut travailler le produit pour lui donner son épaisseur définitive, le
- 20 ruban présentant alors généralement une viscosité comprise entre 10^4 et 10^{10} Poises, et de préférence comprise entre 10^4 et $10^{7.6}$ Poises. La température du ruban dans la zone de formage est habituellement comprise entre le point appelé point de travail et le point de Littleton, c'est-à-dire généralement entre 650°C (ou $700-740^{\circ}\text{C}$ selon les verres) et 1150°C . En d'autres termes, le découpage selon
- 25 l'invention se fait, de préférence et avantageusement selon la présente invention, à une température supérieure au point de Littleton du verre utilisé dans le float.

- Pratiquement et préférentiellement, les bords sont découpés entre le moment (ou l'endroit) où le ruban de verre atteint sa largeur maximale dans le float (c'est-à-dire au niveau des derniers éléments d'étirage latéral avant la
- 30 striction éventuelle) et le moment (ou l'endroit) où le ruban de verre est décollé du bain (c'est-à-dire généralement le moment où il commence à monter sur des rouleaux extracteurs (LOR) placés en sortie de bain, l'endroit étant également appelé wash-line). De préférence et dans la plupart des cas, ils sont découpés juste après que le ruban a atteint sa largeur maximale dans le float. En particulier,

le découpage des bords du ruban s'opère généralement à une température du ruban de l'ordre de 900 à 1100°C, en pleine zone de formage, ou encore dans une zone où le verre présente une viscosité comprise entre 10^4 et $10^{5.5}$ Poises, bien au-delà du point de ramollissement du verre, la séparation des bords de la feuille se faisant d'autant mieux que le verre est à une température bien supérieure à sa température de ramollissement, le découpage du verre à une température proche de son point de ramollissement risquant de former des vagues dans le ruban. Le découpage des bords se fait ainsi à chaud, dans le verre encore liquide et sans création de contraintes. Les bords sont découpés en continu, le découpage se faisant en chacun des côtés du ruban à quelques centimètres (par exemple 5 - 6 cm) de la lisière du ruban, les bords découpés formant des bandes continues.

Le découpage est généralement physique ou mécanique, en particulier il est effectué avantageusement à l'aide d'au moins un laser et/ou d'au moins un couteau chauffant.

Dans le cas du laser, on utilise avantageusement un laser (tel qu'un laser CO_2) émettant dans l'infrarouge, à une longueur d'onde où le verre est opaque et par conséquent absorbe un maximum de lumière. De façon plus générale, le laser doit présenter des caractéristiques (telles que la longueur d'onde et la puissance ou l'intensité) telles que le verre puisse absorber l'énergie du faisceau laser qu'il reçoit et puisse le convertir en chaleur suffisante pour être chassé au point d'impact, en particulier à l'état liquide ou de vapeurs. La puissance du laser peut être par exemple de l'ordre de 200 à 500 W, l'efficacité augmentant généralement avec la puissance. De même, l'efficacité augmente lorsque la vitesse du ruban diminue. On peut ainsi porter localement le verre à des températures supérieures à 3000°C pour des vitesses du ruban de l'ordre par exemple de 0,5 à 1,5 m.min⁻¹.

En général, le faisceau laser, émis par un dispositif approprié situé hors du float, est dirigé vers le point d'impact dans le float par un système de lentilles, de miroirs et de fenêtres au travers d'une canne optique pénétrant dans l'enceinte du float (par exemple par une ouverture latérale du float). Avantagusement, la partie optique est installée dans un bras intérieur qui peut facilement être enlevé tout en laissant la canne extérieure dans le float, et la canne est refroidie, par exemple par circulation d'eau. Les parties recevant le faisceau laser de la canne optique doivent permettre une bonne transmissibilité de la lumière infra rouge et si nécessaire peuvent être nettoyées, par exemple à l'azote, par une ou plusieurs

buses (en particulier pour la fenêtre de sortie du faisceau située dans le float).

De préférence on utilise au moins deux lasers tel que décrits précédemment, les lasers étant placés de part et d'autre du ruban. Chaque faisceau est introduit respectivement par chaque canne dans une ouverture sur le
5 côté du float et est dévié de façon à arriver perpendiculairement au ruban de verre à l'endroit de découpe. Le découpage se fait dans le ruban en mouvement, les lasers restant avantageusement immobiles.

Dans le cas du couteau, on utilise avantageusement un couteau constitué d'un ou plusieurs matériaux qui peuvent être chauffés par effet joule et qui
10 résistent en même temps au bain métallique et au verre. Le couteau est par exemple en graphite, en molybdène, en tungstène, en nitrure d'aluminium dopé, en Si_3N_4 dopé, par exemple par TiN, en SiC/AlN/MoSi₂, etc. De préférence, un matériau convient s'il tient au moins 40 heures dans le bain float. Le couteau chauffant se présente par exemple sous la forme d'une pièce angulaire ou coudée
15 (par exemple sous la forme d'un U), dans laquelle on fait circuler du courant afin de chauffer un point ou la partie du coude ou de l'angle devant entailler le verre, cette pièce présentant éventuellement une ou des parties plus froides ou refroidies. La pointe du couteau est chauffée à haute température, notamment à des températures pouvant aller jusqu'à 1400°C-1500°C environ (voire supérieures
20 à 1500°C), la température du couteau devant dépasser la température du verre d'au moins 300°C. Le couteau est préférentiellement mince, par exemple d'épaisseur inférieure à 2 mm (en particulier là où sa section est la plus faible), pour éviter la création de phénomènes d'instabilité comme par exemple des vagues dans le verre. De même, la vitesse du ruban, lors de l'utilisation d'un
25 couteau est préférentiellement faible (notamment inférieure à 10 m.min⁻¹) afin d'éviter la formation de vagues. Le courant passe dans la partie inférieure du couteau où s'établit le point chaud à la section minimale. Le couteau est placé dans le ruban de verre et est alimenté par une canne qui le porte également. Le découpage se fait dans le ruban en mouvement, le couteau restant
30 avantageusement immobile.

De préférence, on utilise deux couteaux tels que décrits précédemment, par exemple deux couteaux en tungstène, les couteaux étant placés de part et d'autre du ruban.

Bien entendu, il est possible de combiner le découpage par couteau avec le

découpage par laser, le couteau étant alors placé préférentiellement juste derrière le laser dans la fente créée par ce dernier.

Selon un mode de réalisation de l'invention (en particulier dans le cas de l'utilisation d'un laser), on peut diriger un jet de gaz vers l'endroit du découpage en même temps que l'on effectue le découpage. Ce jet de gaz peut aider à chasser, le cas échéant, la matière chauffée et/ou vaporisée par l'instrument de découpage, hors de la trace de découpe, et peut permettre de refroidir les surfaces créées pour empêcher le recollage des bords. En général la matière est chassée vers le haut soit en direction amont soit en direction aval du float. De préférence dans le cas du laser, le jet de gaz est dirigé vers le point d'impact du laser sur le verre ou très près de ce point d'impact, tandis que dans le cas du couteau, le jet peut être dirigé dans la fente légèrement en aval du point de contact du couteau et du verre. Le jet de gaz peut être transversal au mouvement du verre, ou dans le sens du mouvement du ruban de verre (notamment lorsque la buse est placée en amont de l'impact) ou dans le sens opposé. Le débit du jet peut être par exemple de l'ordre de 2 à 19 l/min. Ce jet peut avantageusement être amené par un tube à l'intérieur de la canne utilisée pour l'alimentation du dispositif de découpage. Ainsi, lorsque la canne est refroidie, le gaz reste froid. Le gaz utilisé peut être par exemple de l'azote.

Avantageusement, on peut également (notamment dans le cas de l'utilisation d'un laser) soulever la feuille à l'endroit du découpage à l'aide d'au moins une pièce généralement inclinée désignée ci-après par « sabot », par exemple un sabot en graphite, afin d'interrompre le contact verre-bain métallique et faciliter le découpage. Le soulèvement, en créant un espace entre la feuille et le bain métallique, peut également permettre que le verre vaporisé ou liquide soit chassé vers le bas et permettre une meilleure séparation des bords en créant un cisaillement local. Eventuellement, le découpage peut être fait à l'endroit où le ruban commence à se détacher du bain en sortie de float afin d'utiliser ce soulèvement déjà existant plutôt que de mettre en place un ou des sabots. Le ou les sabots sont de préférence refroidis à l'eau afin de ne pas coller au verre et sont avantageusement placés en aval du point d'impact du dispositif de découpage, près de ce point (par exemple à 5 mm du point d'impact) pour que la coupe se fasse quand le ruban commence à se soulever.

Dans un mode de réalisation de la présente invention, le ruban de verre est

étiré latéralement sur la surface du bain, dans la zone de formage, en l'agrippant latéralement par des molettes (généralement en acier) positionnées le long du bain de part et d'autre du ruban de verre. Dans ce cas, le ou les appareils de découpage sont préférentiellement placés après la dernière molette. Les molettes agissent en général à une viscosité comprise entre $10^{4.5}$ et $10^{5.5}$ et tiennent le ruban à une largeur imposée. Ensemble avec l'étirage longitudinal imposé par les rouleaux extracteurs en sortie de float, le ruban est étiré à une largeur et épaisseur bien déterminées.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, on étire latéralement le ruban de verre sur la surface du bain, dans la zone de formage, et on l'accompagne dans son mouvement à l'aide d'éléments de guidage continus et souples faits d'un matériau solide susceptible d'adhérer au verre fondu, ces éléments étant mis au contact des bordures latérales du ruban juste derrière la lèvres de coulée et écartant ensuite le ruban à l'aide de deux doigts écarteurs placés dans une zone où le verre présente une viscosité comprise entre 5000 et 50000 Poises, ces doigts écarteurs obligeant les éléments de guidage à diverger pour opérer l'étirage transversal progressif du ruban jusqu'à sa largeur et son épaisseur définitives, l'écartement entre les éléments de guidage étant ensuite maintenu jusqu'au refroidissement du verre. Dans ce mode de réalisation, le ou les appareils de découpage sont préférentiellement placés juste après les doigts écarteurs, près des doigts écarteurs.

De façon générale, quel que soit le mode de réalisation, les bords sont préférentiellement découpés au niveau des derniers éléments d'étirage latéral, en particulier juste après, le dispositif de découpage (tel que laser(s) et/ou couteau(x)) étant alors placé après la dernière intervention des éléments d'étirage latéral (top roll ou doigt écarteurs).

De façon générale également, la vitesse du ruban dans le float est maintenue inférieure à 15 m.min^{-1} , de préférence inférieure à 10 m.min^{-1} , de façon particulièrement préférée inférieure à 5 m.min^{-1} , et peut descendre par exemple à 150 mm.min^{-1} (la vitesse d'avancement du ruban peut être par exemple de l'ordre de $250\text{-}300 \text{ mm.min}^{-1}$, pour une épaisseur finale de feuille de l'ordre de 1 mm). Par « épaisseur finale » du ruban on entend l'épaisseur (moyenne) du ruban après détachement des éléments de guidage ou encore l'épaisseur du ruban figé par refroidissement, cette épaisseur pouvant descendre en dessous de 0,4 mm.

Dans le mode de réalisation utilisant des éléments de guidage continus et souples, le produit (P) de la valeur (v) de la vitesse du ruban (mesurée au sortir du bain) et de la valeur (e) de son épaisseur finale est généralement inférieure à $2,5 \cdot 10^{-3} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, voire $2,5 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ou $1 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (en pratique, il peut descendre à $1 \cdot 10^{-5} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ou encore moins).

Les éléments de guidage et les doigts écarteurs (ou pièces de retenue) cités précédemment sont notamment décrits dans le brevet FR 1 378 839 et ses additions, dans le brevet FR 2 123 096, dans le brevet FR 2 150 249 et dans le brevet FR 2 747 119 auxquels on se référera pour plus d'informations sur ces éléments de guidage et leurs avantages. Les éléments de guidage selon l'invention peuvent être par exemple des fils métalliques de type courant, notamment des fils en acier inoxydable (tels que des fils en acier doux recuit blanc ou recuit noirci) ou en alliage réfractaire, présentant, par exemple, un diamètre de 1 à 2 mm environ.

Ces éléments de guidage sont généralement tendus entre des dispositifs tels que des dévidoirs situés en amont et en aval du bain et sont placés au contact du ruban de verre par l'intermédiaire de pièces d'appui ou « pastilles » (sous forme de galets presseurs, rouleaux, barrettes, etc.) ou de conduits d'introduction également décrits dans les brevets précédemment cités. Les pièces d'appui et les doigts écarteurs sont réalisés de manière à résister à l'usure due au frottement des éléments de guidage et à la corrosion par le verre en fusion, et peuvent éventuellement être chauffés. Les éléments de guidage sont laissés dans les bords du verre ou peuvent être détachés du verre lorsque celui-ci est parvenu à un stade du procédé où son refroidissement lui confère une rigidité suffisante. Dans le cas où les fils restent insérés dans les bords après les doigts écarteurs, on peut également s'en servir pour écarter les bords après découpage.

Dans le mode de réalisation utilisant les éléments de guidage, l'angle de divergence (c'est-à-dire l'angle mesuré entre l'axe du ruban et la droite passant entre une pièce d'appui et la pièce de retenue la plus proche se trouvant du même côté du ruban) est préférentiellement choisi inférieur, en valeur absolue, à 25° et, de préférence, inférieur à 20° afin de contribuer à l'amélioration de la qualité et de la planéité des feuilles de verre obtenues, un angle supérieur pouvant provoquer un étirage trop brutal du ruban de verre.

Le mode de réalisation utilisant les éléments de guidage est plus

économique et plus facile à mettre en œuvre que le procédé utilisant des molettes dans le cadre de la présente invention. Le soulèvement à l'aide du ou des sabots évoqués précédemment est notamment rendu plus simple et sûr que dans le mode de réalisation utilisant des molettes.

5 A la sortie du bain, quel que soit le mode de réalisation, le ruban ayant atteint une rigidité suffisante peut être retiré du bain par des moyens mécaniques sans subir de dommages susceptibles d'affecter sa planéité et son poli de surface. Il peut être ou avoir été recuit (par exemple dans une arche de recuisson ou étenderie) et/ou soumis à d'autres traitements. Il peut être ensuite découpé
10 (éventuellement par laser) en feuilles et/ou le ruban ou les feuilles peuvent être découpés aux dimensions requises. Avant le découpage de forme final, le produit présente généralement une structure particulière en ce que les bords latéraux restant après découpage à chaud des bords en surépaisseur présentent un léger arrondi ou un petit bourrelet peu épais (ce bourrelet présentant par exemple
15 quelques dizaines de microns de plus d'épaisseur que l'épaisseur centrale du ruban) et éventuellement une légère nervure avant l'arrondi.

De façon nouvelle et avantageuse, le ruban peut également être enroulé en ligne (lorsque son épaisseur n'excède pas 500 ou 700 μm , de telles épaisseurs pouvant être atteintes par le procédé selon l'invention comme explicité ci-après).
20 ceci n'étant jusqu'à présent pas possible en la présence des bords en surépaisseur.

La présente invention concerne ainsi également les rouleaux de verre pelliculaire (verre d'épaisseur inférieure à 0,7 mm, de préférence inférieure à 0,4 mm) conçus dans la présente invention et pouvant être obtenus par le procédé
25 selon l'invention. Ces rouleaux présentent des avantages notamment en terme de manipulation et de transport, en plus des avantages liés au verre pelliculaire. De préférence, pour éviter des problèmes de fatigue, d'endommagement et de réalisation, de tels rouleaux selon l'invention présentent un rapport du rayon (intérieur) de l'enroulement sur l'épaisseur du verre (valeurs exprimées en unités
30 du système international) supérieur à 1000, de préférence supérieur à 2500 ou 3500, voire éventuellement supérieur à 10000. Pour éviter également des problèmes d'endommagement, des intercalaires appropriés peuvent être disposés entre les spires de l'enroulement.

Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, on peut effectuer

une trempe du ruban, en particulier les bords du ruban éventuellement fragilisés par le découpage peuvent être trempés chimiquement, soit en ligne (par exemple avant découpage des feuilles aux dimensions requises ou avant enroulement), soit après enroulement du ruban. L'avantage d'effectuer la trempe au niveau du
5 rouleau ou enroulement de verre selon l'invention est notamment que la trempe peut se faire plus facilement que sur le ruban en ligne et sur une grande longueur de ruban de verre à la fois. Les bords du ruban sont par exemple trempés en plongeant les parties latérales de l'enroulement dans un bain approprié (par exemple dans un bassin de sel fondu tel que du potassium) pendant la durée
10 nécessaire pour effectuer la trempe (et la cicatrisation éventuelle) de ces parties (cette durée étant par exemple de l'ordre d'une journée ou plus).

Comme précédemment évoqué, l'invention s'applique particulièrement bien à la fabrication de feuilles de verre minces, présentant par exemple une épaisseur inférieure à 2,5 mm, et en particulier une épaisseur inférieure à 0,7 ou 0,4 mm
15 (films pelliculaires). Les applications du verre pelliculaire obtenu selon l'invention et présenté éventuellement sous forme de rouleaux sont nombreuses ; notamment, le verre pelliculaire selon l'invention peut être utilisé comme protection (protection alimentaire, contre les rayures, protection électrique, protection pour assurer l'imperméabilité aux gaz et aux liquides, aux produits chimiques...),
20 comme décor (après traitement tel que sérigraphie, pulvérisation... pour déposer des couches telles que miroir, émail...), le verre étant dans ce cas appliqué par exemple en déroulant un rouleau selon l'invention contre une surface que l'on veut décorer, comme porteur ou promoteur de fonction (optique, chimique, promoteur d'adhésion, anti-salissure ou graffitis, anti-pluie, anti-bactérie...), comme
25 identificateur ou sceau (par exemple comme filigrane incorporé dans des billets et revêtu d'une couche permettant l'identification du billet, ou comme sceau incorporé dans une bouteille et se fracturant à l'ouverture pour authentifier le contenu d'origine de la bouteille, ou comme intercalaire présent dans une carte et rendant celle-ci infalsifiable, la falsification de la carte entraînant le bris du verre,
30 etc.), comme emballage, support pour données optiques, magnétiques, écran, etc.

Dans le procédé selon l'invention, on peut fabriquer avantageusement du verre plat à partir de toutes les compositions habituellement utilisées dans les procédés de flottage (verres silico-sodo-calciques traditionnels). Dans le mode de réalisation utilisant des éléments de guidage, il est également possible d'utiliser

des verres présentant un palier de travail (différence entre la température du verre à une viscosité de 1000 Poises et la température du verre à une viscosité de 10^6 Poises) plus court, notamment inférieur à 350°C , en particulier inférieur à 300°C , le procédé dans ce mode de réalisation permettant de former plus rapidement le verre à son épaisseur finale.

Des verres pouvant être utilisés avec avantage dans le procédé selon l'invention sont par exemple les verres décrits dans les brevets et demandes de brevet EP 526 272, EP 576 362, FR 2 727 399, FR 2 725 713, FR 2 725 714, WO-96/11888 et WO-96/11887.

Les produits obtenus selon le procédé de l'invention présentent une bonne planéité (la flèche sur une longueur de l'ordre de 50 cm n'excédant pas généralement $100\text{ }\mu\text{m}$) et une épaisseur relativement constante. La qualité optique des verres obtenus est également au moins égale voire supérieure à celle des verres obtenus selon les procédés courants. Comme indiqué précédemment, la striction du ruban de verre est très faible et n'entraîne pas de défauts optiques. Le ruban obtenu ne présente pas non plus de difficultés de recuisson. Le procédé selon l'invention est également économique et particulièrement performant et rentable.

La présente invention concerne également un dispositif (four de flottage ou float) propre à mettre en oeuvre le procédé selon l'invention, ce dispositif comprenant au moins un dispositif de découpage (par exemple laser(s) et/ou couteau(x)) préférentiellement placé après la dernière intervention des éléments d'étirage latéraux (top roll ou doigt écarteurs). Les dispositifs selon l'invention déjà explicités en grande partie dans l'exposé précédent de l'invention sont également illustrés ci-après, au travers d'un exemple non limitatif en référence aux figures 1 et 2 annexées qui représentent :

- Figure 1 : une vue schématique partielle de dessus d'une installation suivant l'invention.
- Figure 2 : une coupe schématique partielle suivant la ligne A-A de l'installation de la figure 1.

Les dispositifs selon l'invention sont préférentiellement des installations de faible débit (moins de 20 t/j) et de faible longueur.

L'installation comporte généralement un bassin dont une partie de l'enceinte est représentée en 1, ce bassin contenant un bain métallique 2 tel que

par exemple un bain d'étain. La partie amont de ce bassin peut comporter des rives divergentes ou « restrictors » 3 dans le sens d'avancement du verre. Les moyens de chauffage du bassin ne sont pas représentés.

Le verre fondu est amené à l'extrémité amont du bassin dans la zone figurée en 4. Le verre ainsi déversé s'étale sur le bain entre les rives divergentes sous l'action de la gravité et de la traction exercée en aval. On introduit alors par la face supérieure, dans les bords de la nappe, avant que celle-ci ait quitté les rives divergentes, ou immédiatement après (ou encore au niveau de la lèvres de sortie ou déversoir 4), des fils 5 (les éléments de guidage) provenant par exemple de dévidoirs 6. Chaque fil peut être amené par un conduit ou guide fils 7 qui lui impose éventuellement un changement de direction, cette disposition permettant le cas échéant de situer les dévidoirs latéralement par rapport au four et d'amener le fil dans la position voulue, puis rencontre une pièce d'appui 8 qui le soumet à un effort dirigé vers le bas pour l'insérer dans le verre.

En aval de la zone de nappage se trouvent des doigts écarteurs 9 qui obligent les fils à diverger puis les empêchent de se rapprocher sous l'action de forces de tension superficielles. Les fils prennent appui sur ces doigts écarteurs et maintiennent le ruban 20 (représenté uniquement en figure 2) à la largeur correspondant à l'épaisseur finale à obtenir. Les fils accompagnent le ruban pendant son refroidissement dans la zone aval du bain (non représentée) jusqu'à ce que le ruban soit suffisamment rigide (la température du ruban étant par exemple inférieure à 600°C).

Juste après les doigts écarteurs, les bords en surépaisseur du ruban de verre sont découpés en utilisant des lasers CO₂ 11. Sur chacun des côtés du float, le faisceau laser 14 issu d'un laser CO₂ 11 placé à l'extérieur du float est transmis par l'intermédiaire de miroirs 17, 18, de lentille 19 et de fenêtres 15, 16 au travers d'une canne optique 13 pénétrant par une ouverture latérale 22 (side-sealing) du float. La canne optique est refroidie et est posée sur un banc optique 12, l'ensemble étant placé sur une table élévatrice 21 pour régler la position du système de découpage.

Le procédé selon l'invention permet de fabriquer des feuilles de verre minces utilisables notamment dans le domaine de l'automobile, de l'électronique, des écrans plasma, des disques durs magnétiques, etc.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication par flottage de feuilles de verre selon lequel on déverse du verre fondu sur un support liquide plus dense que le verre, puis on fait avancer vers l'aval le ruban continu qui se forme, caractérisé en ce qu'on découpe en continu les bords en surépaisseur du ruban dans la zone de formage.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bords sont découpés entre le moment où le ruban de verre atteint sa largeur maximale dans le float et le moment où le ruban de verre est décollé du bain.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les bords sont découpés à une température supérieure au point de Littleton du verre.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce le découpage est effectué à l'aide d'au moins un laser et/ou d'au moins un couteau chauffant.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on dirige un jet de gaz vers l'endroit du découpage en même temps que l'on effectue le découpage.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce l'on soulève la feuille à l'endroit du découpage afin d'interrompre le contact verre-bain métallique et faciliter le découpage.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'on étire latéralement le ruban de verre sur la surface du bain, dans la zone de formage, et on l'accompagne dans son mouvement à l'aide d'éléments de guidage continus et souples faits d'un matériau solide susceptible d'adhérer au verre fondu, ces éléments écartant le ruban à l'aide de deux doigts écarteurs, le ou les appareils de découpage étant placés juste après les doigts écarteurs.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la vitesse du ruban dans le float est maintenue inférieure à 10 m.min^{-1}
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le ruban est enroulé en ligne.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les bords du ruban sont trempés chimiquement, en ligne ou après enroulement du ruban.
11. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon les revendications 1 à 10, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un dispositif de découpage

placé dans la zone de formage.

12. Installation selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle présente des dimensions ne dépassant pas 20 m de long et 4 m de large et produit moins de 20 tonnes par jour de verre plat.

5 13. Application du procédé selon l'une des revendications 1 à 10 à la fabrication de feuilles de verre d'épaisseur inférieure à 2 mm, en particulier de feuilles de verre pelliculaire.

10 14. Ruban ou feuille de verre obtenu par flottage, en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ces bords latéraux présentent un léger arrondi ou un petit bourrelet peu épais et une légère nervure avant l'arrondi ou le bourrelet.

15. Rouleau de verre, obtenu en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, le verre présentant une épaisseur inférieure à 0,7 mm.

15 16. Rouleau de verre selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il présente un rapport de son rayon sur l'épaisseur du verre supérieur à 1000.

17. Rouleau de verre selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisé en ce qu'il comprend des intercalaires entre ses spires.

18. Rouleau de verre selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisé en ce que ses bords sont trempés chimiquement.

20 19. Utilisation du verre pelliculaire, obtenu en particulier par le procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comme protection ou comme décor ou comme porteur ou promoteur de fonction ou comme identificateur ou sceau ou comme emballage ou comme support pour données optiques ou magnétiques ou comme écran.

1 / 2

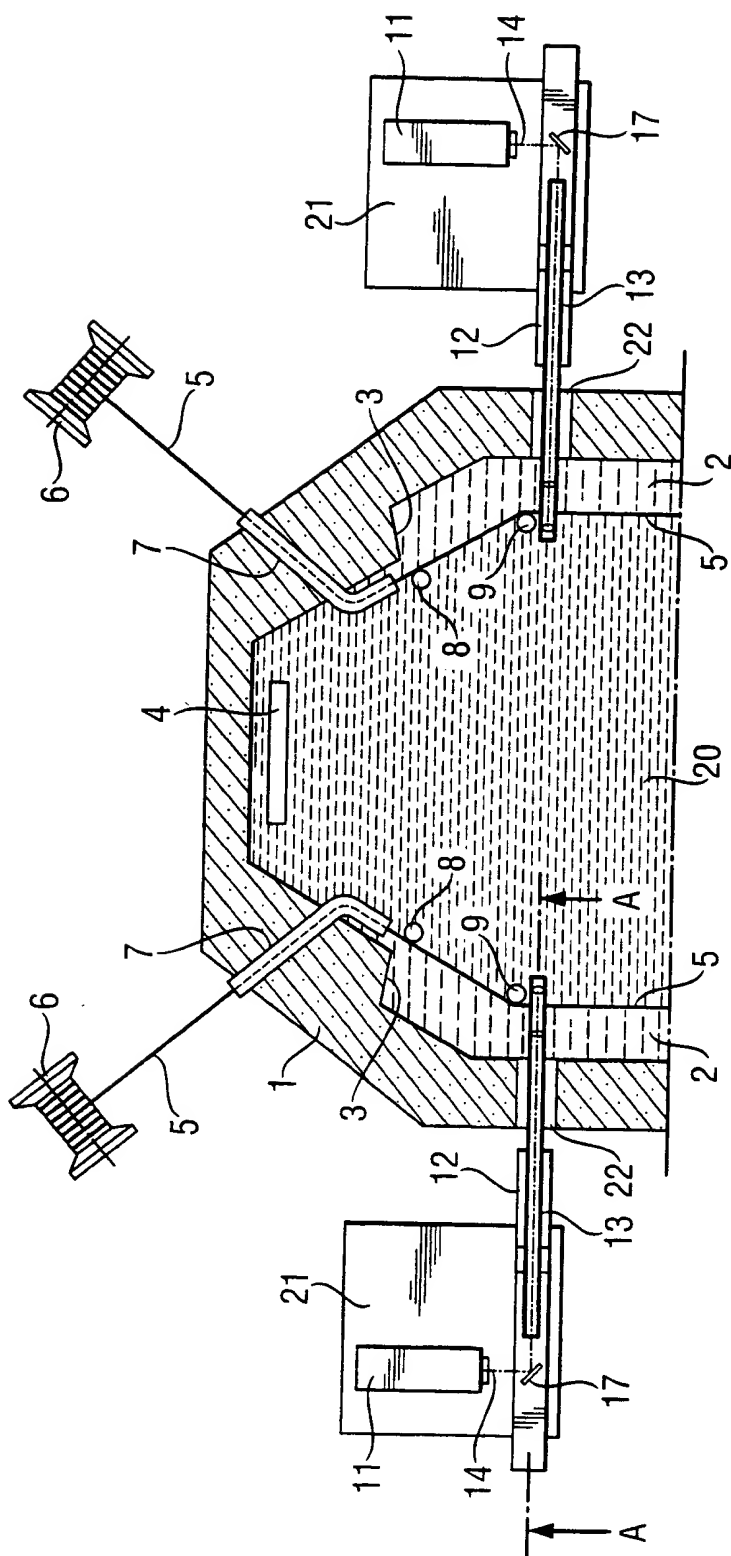
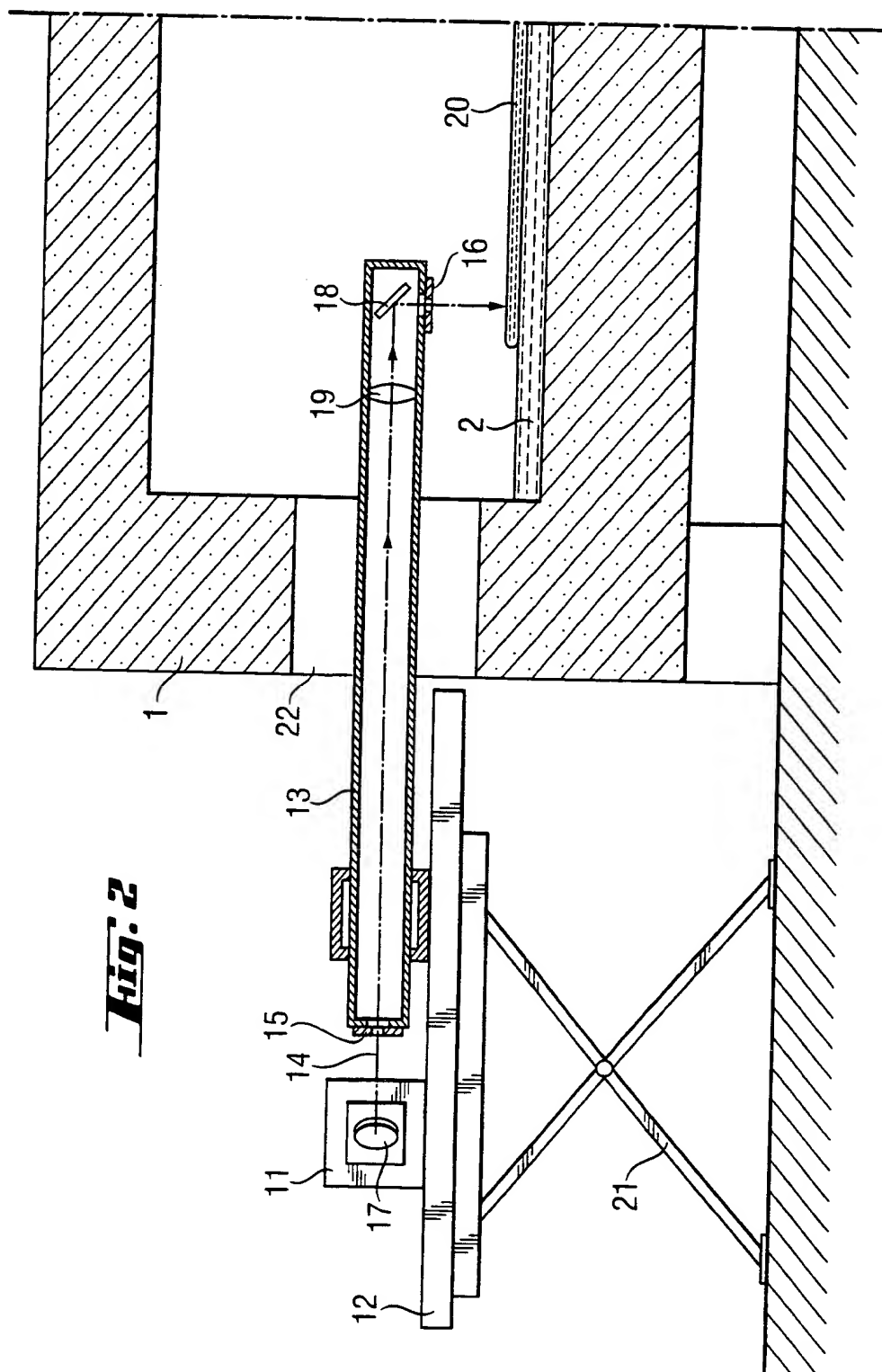


Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 00/01237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C03B21/02 C03B21/06 C03B18/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 885 943 A (CHUI) 27 May 1975 (1975-05-27) the whole document	1,11
A	US 3 930 825 A (CHUI) 6 January 1976 (1976-01-06) the whole document	1,11
A	US 3 754 884 A (MCDAVID) 28 August 1973 (1973-08-28) the whole document	1,11
A	EP 0 321 838 A (PPG INDUSTRIES) 28 June 1989 (1989-06-28) the whole document	1,11
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"G" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 August 2000

Date of mailing of the international search report

14/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van den Bossche, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01237

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 270 897 A (PPG INDUSTRIES) 15 June 1988 (1988-06-15) the whole document -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte. Application No

PCT/FR 00/01237

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3885943 A	27-05-1975	CA 1030612 A DE 2527080 A FR 2277046 A GB 1451750 A JP 975151 C JP 51024610 A JP 54008487 B	02-05-1978 22-01-1976 30-01-1976 06-10-1976 19-10-1979 28-02-1976 16-04-1979
US 3930825 A	06-01-1976	IT 1045591 B	10-06-1980
US 3754884 A	28-08-1973	CA 991533 A IT 964455 B PH 9913 A	22-06-1976 21-01-1974 08-06-1976
EP 321838 A	28-06-1989	US 4828900 A AT 85964 T AU 2741488 A BR 8806812 A CA 1321345 A CN 1035278 A, B DE 3878670 A DE 3878670 T DK 718788 A FI 885918 A JP 1203235 A JP 2073917 C JP 7098670 B KR 9109952 B MX 164869 B NZ 227220 A PH 24170 A PT 89306 A, B TR 24013 A TR 23916 A ZA 8809279 A	09-05-1989 15-03-1993 29-06-1989 29-08-1989 17-08-1993 06-09-1989 01-04-1993 02-09-1993 24-06-1989 24-06-1989 16-08-1989 25-07-1996 25-10-1995 07-12-1991 29-09-1992 26-07-1990 22-03-1990 14-09-1989 28-01-1991 04-12-1990 29-08-1990
EP 270897 A	15-06-1988	US 4749400 A AT 72811 T AU 577988 B AU 8249187 A BR 8706709 A CA 1305858 A DE 3776872 A DK 652387 A EG 18446 A FI 875378 A FI 922068 A GR 3004295 T JP 63162543 A KR 9002552 B MX 164860 B NZ 222809 A PH 24640 A PT 86319 A, B SG 105092 G TR 24502 A ZA 8708852 A	07-06-1988 15-03-1992 06-10-1988 16-06-1988 19-07-1988 04-08-1992 02-04-1992 13-06-1988 30-04-1993 13-06-1988 07-05-1992 31-03-1993 06-07-1988 20-04-1990 29-09-1992 27-03-1990 17-08-1990 17-01-1989 24-12-1992 11-11-1991 28-06-1989

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. nationale No
PCT/FR 00/01237

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C03B21/02 C03B21/06 C03B18/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 C03B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 3 885 943 A (CHUI) 27 mai 1975 (1975-05-27) le document en entier	1, 11
A	US 3 930 825 A (CHUI) 6 janvier 1976 (1976-01-06) le document en entier	1, 11
A	US 3 754 884 A (MCDAVID) 28 août 1973 (1973-08-28) le document en entier	1, 11
A	EP 0 321 838 A (PPG INDUSTRIES) 28 juin 1989 (1989-06-28) le document en entier	1, 11
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *G* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 août 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/08/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Van den Bossche, W

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No
PCT/FR 00/01237

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 270 897 A (PPG INDUSTRIES) 15 juin 1988 (1988-06-15) le document en entier -----	1,11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. Internationale No

PCT/FR 00/01237

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3885943 A	27-05-1975	CA 1030612 A	02-05-1978
		DE 2527080 A	22-01-1976
		FR 2277046 A	30-01-1976
		GB 1451750 A	06-10-1976
		JP 975151 C	19-10-1979
		JP 51024610 A	28-02-1976
		JP 54008487 B	16-04-1979
US 3930825 A	06-01-1976	IT 1045591 B	10-06-1980
US 3754884 A	28-08-1973	CA 991533 A	22-06-1976
		IT 964455 B	21-01-1974
		PH 9913 A	08-06-1976
EP 321838 A	28-06-1989	US 4828900 A	09-05-1989
		AT 85964 T	15-03-1993
		AU 2741488 A	29-06-1989
		BR 8806812 A	29-08-1989
		CA 1321345 A	17-08-1993
		CN 1035278 A, B	06-09-1989
		DE 3878670 A	01-04-1993
		DE 3878670 T	02-09-1993
		DK 718788 A	24-06-1989
		FI 885918 A	24-06-1989
		JP 1203235 A	16-08-1989
		JP 2073917 C	25-07-1996
		JP 7098670 B	25-10-1995
		KR 9109952 B	07-12-1991
		MX 164869 B	29-09-1992
		NZ 227220 A	26-07-1990
		PH 24170 A	22-03-1990
		PT 89306 A, B	14-09-1989
		TR 24013 A	28-01-1991
		TR 23916 A	04-12-1990
		ZA 8809279 A	29-08-1990
EP 270897 A	15-06-1988	US 4749400 A	07-06-1988
		AT 72811 T	15-03-1992
		AU 577988 B	06-10-1988
		AU 8249187 A	16-06-1988
		BR 8706709 A	19-07-1988
		CA 1305858 A	04-08-1992
		DE 3776872 A	02-04-1992
		DK 652387 A	13-06-1988
		EG 18446 A	30-04-1993
		FI 875378 A	13-06-1988
		FI 922068 A	07-05-1992
		GR 3004295 T	31-03-1993
		JP 63162543 A	06-07-1988
		KR 9002552 B	20-04-1990
		MX 164860 B	29-09-1992
		NZ 222809 A	27-03-1990
		PH 24640 A	17-08-1990
		PT 86319 A, B	17-01-1989
		SG 105092 G	24-12-1992
		TR 24502 A	11-11-1991
		ZA 8708852 A	28-06-1989

